

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2010

Adam Jasenka

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra Informatiky

Interleaving v mobilních sítích
Interleaving in Mobile Networks

Abstrakt

Práce se zabývá problematikou zpracování signálu v bezdrátových mobilních sítích. Důraz je kladen především na techniky zpracování signálu pomocí různých způsobů interleavingu. Práce je rozdělena na část rešeršní a část praktickou. V úvodu se zabývám teorií zpracování signálu v radiokomunikačních systémech, problematikou e-learningu se zaměřením na interaktivní animace. Následující kapitola popisuje použitou animační technologii, její nejdůležitější specifikace, funkce a možnosti užití. V rámci praktické části aplikuji veškeré poznatky z části teoretické na projektu multimediálního výukového programu, který je vytvořen pomocí technologie Adobe Flash.

Klíčová slova: interleaving, kódování, Flash, zpracování signálu, e-learning

Abstract

Thesis describes signal processing in wireless mobile networks. The accent is put on the techniques of signal processing through various way of Interleaving. Thesis is split into recherche and applied part. In the introduction I deal with theory of signal processing in the radiocommunication networks, dilemma of E-learning with focus on interactive animations. Following chapter describes used animation technology. This includes most important specifications of technology, funtions and possibilities of use. I use all my knowledge from recherche part on project of the multimedia educational application, which is created with technology Adobe Flash.

Keywords: interleaving, coding, Flash, signal processing, e-learning

Zadání bakalářské práce

Student:

Adam Jasenka

Studijní program:

B2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor:

2612R059 Mobilní technologie

Téma:

Interleaving v mobilních sítích
Interleaving in Mobile Networks

Zásady pro vypracování:

Při zpracování signálu v mobilních sítích se používají různé principy tzv. prokládání. Cílem práce je zpracovat tuto problematiku formou vytvoření názorných animací, které přispějí ke snadnějšímu pochopení daného procesu zpracování signálu.

1. Popis zpracování signálu v mobilních sítích.

2. Vytvoření multimediálního výukového programu:

a) Tvorba animací pomocí programu Macromedia Flash.

b) Vytvoření názorných animací vysvětlující princip 3 základních typů prokládání v mobilních sítích.

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů vedoucího bakalářské práce.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Roman Šebesta, Ph.D.**

Datum zadání: 30.11.2008

Datum odevzdání: 07.05.2010



doc. Dr. Ing. Eduard Sojka
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Vondrák, CSc.
děkan fakulty

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Romanu Šebestovi Ph.D. za odbornou pomoc a neocenitelné rady při vypracování této bakalářské práce.

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracoval samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpal, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Ostravě dne.....

.....

(Podpis)

Seznam použitých zkratk a slovník

AA	Antialiasing	technika pro vyhlazení hran u písma
AAC	Advanced Audio Coding	formát ztrátové komprese audio souborů
ADL	Advanced Distributed Learning Initiative	Iniciativa pro pokročilou distribuovanou výuku
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	asymetrická digitální účastnická linka
AGCH	Access Grant Channel	kanál pro přidělení přístupu
AICC	Aviation Industry Computer-Based Training Committee	Komise leteckého průmyslu pro počítačové školení
ARQ	Automatic Request Repetition	automatická žádost o opakování přenosu datového bloku
ASK	Amplitude-shift keying	amplitudové klíčování, forma modulace
AWGH	Additive white Gaussian noise	aditivní bílý Gaussovský šum
BCCH	Broadcast Control Channel	broadcastový kontrolní kanál
BER	Bit Error Rate / Bit Error Ratio	ohodnocení chybovosti kanálu
CPFSK	Continuous Phase Frequency Shift Keying	průběžné frekvenčně fázové klíčování, forma modulace
DQPSK	Differential Quadrature phase-shift keying	diferenciální kvadrurní klíčování fázovým posunem, forma modulace
DVB-T	Digital Video Broadcasting – Terrestrial	pozemní digitální televizní vysílání
FACCH	Fast Associated Dedicated Control Channel	okamžitě vyhrazený kontrolní kanál
FEC	Forward Error Correction	system kontroly chyb v přenosu dat
FLV	Flash Video Format	formát ztrátové komprese video souborů
FSK	Frequency-shift keying	frekvenční klíčování, forma modulace
GIF	Graphics Interchange Format	formát grafického souboru
GMSK	Gaussian minimum shift keying	Gaussovske minimální klíčování posunem, forma modulace
GSM	Global System for Mobile Communications	Globální systém pro mobilní komunikace
H. 264	-	standard pro komprimaci videa
HI (b)	-	počáteční řídicí bity
HTML	HyperText Markup Language	hypertextový značkovací jazyk

Hu (b)	-	koncové řídicí bity
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Institut pro elektrotechnické a elektronici inženýrství
IMAP	Internet Message Access Protocol	internetový protokol pro vzdálený přístup k emailové schránce
IMS	IMS Global Learning Consortium	IMS Globální výukové konsorcium
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol	protokol pro ukládání a přístup k datům na adresářovém serveru
LMS	Learning Managment System	Systém pro správu výuky
MP3	MPEG-1 Layer 3	formát ztrátové komprese audio souborů
MSK	Minimum Shift Keying	klíčování dle minimálníhoho klíče, forma modulace
PCH	Paging Channel	stránkovací kanál
PDF	Portable Document Format	přenositelný formát dokumentu
PSK	Phase-shift keying	klíčování posuvnou fází, forma modulace
QPSK	Quadrature phase-shift keying	kvadrurní klíčování fázovým posunem, forma modulace
SACCH	Slow Associated Control Channel	pomalů přidružený kontrolní kanál
SCORM	Sharable Content Object Reference Model	sdílitelný obsahový objektový referenční model
SDCCH	Standalone Dedicated Control Channel	samostatně vyhrazený kontrolní kanál
SF	Stealing Flags	řídící bity
TCH	Traffic channel	provozní kanál
TCH/FS	Traffic channel / Full Rate Speech	provozní kanál / pro plnorychlostní přenos řeči
XML	Extensible Markup Language	rozšířitelný značkovací jazyk

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Zpracování signálu v radiokomunikačních systémech	2
2.1 Zdrojové kódování.....	3
2.2 Kanálové kódování	4
2.3 Digitální modulace	7
2.3.1 Základní parametry digitálních modulací	7
2.3.2 Typy modulací.....	8
3. Interleaving.....	9
3.1 Diagonální interleaving	10
3.2 Blokový interleaving.....	11
3.3 Konvoluční interleavingu.....	12
3.3.1 Inter-blokový interleaving	13
3.4 Výhody interleavingu	13
3.5 Využití interleavingu v GSM	14
4. E-learning	17
4.1 Systém LMS	17
4.1.1 LMS Moodle.....	18
4.1.2 LMS Barborka	18
4.2 Význam e-learningu ve výuce	20
4.3 Specifika E-learningu	20
4.4 Efektivní využívání E-learningu	21
4.5 E-learningové standarty	22
5. Flash technologie	23
5.1 Historie	23
5.2 Spolupráce s cizími formáty	23
5.3 Animační technologie.....	24
5.4 Použití na více platformách.....	24
5.5 Jádro Flashe.....	24
5.6 Plánování animace	25
5.7 Typy prvků	26

5.8	Typické použití Flashe	27
5.9	ActionScript	27
5.10	Doplněk pro přehrávání.....	28
5.11	Porovnání vývojového prostředí.....	29
5.12	Online nápověda.....	30
5.13	Práce s textem	30
5.14	Animování s pomocí Tweenů.....	31
5.15	Funkce cibulové slupky	31
5.16	Doplňkové komponenty	32
6.	Popis prostředí multimediálního výukového programu	33
7.	Využití programu a nasazení.....	35
8.	Závěr	36
	Seznam příloh.....	38
	Obsah CD.....	38

1. Úvod

Hlavním cílem této práce je zpracování problematiky interleavingu do formy názorného výukového programu za použití programu Adobe Flash. Jádrem je popis zpracování signálu v mobilních sítích s podrobným zaměřením na techniku interleavingu, jež zamezuje ve svých variantách vzniku shlukových chyb a usnadňuje následnou korekci signálu.

Technologie interleavingu není zaměřena pouze pro použití v mobilních sítích, ale lze najít její různorodé aplikace ve všech odvětvích zabývajících se přenosem elektrického signálu a uložením binárních dat. Při užití interleavingu nejsou data řazena průběžně za sebou, ale vždy podle specifického kódového postupu. Výsledkem je různé pořadí sestavení bitů, díky kterému je možno zamezit ztrátě celých datových paketů najednou v krátkém časovém intervalu. Negativním jevem je ovšem zvýšení prodlevy přeneseného signálu. Techniku interleavingu lze nalézt například u technologie ADSL, GSM, DVB-T a dalších.

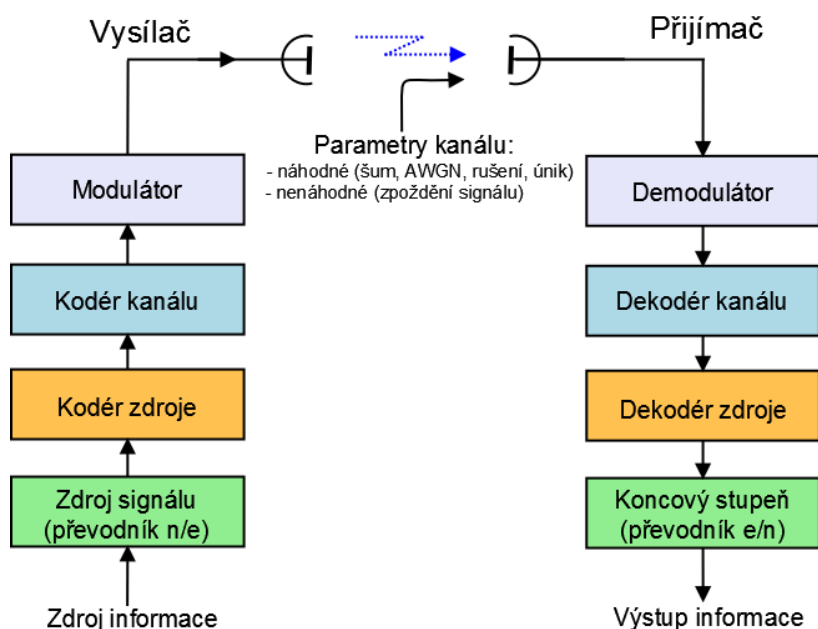
V rámci teorie je začleněna část zabývající se e-learningem, který se zabývá výhodami užití interaktivních programů a animací pro zkvalitnění a zefektivnění výukového procesu. Na základě těchto poznatků je přistupováno k části praktické, kde využívám vědomosti o zpracování signálu a komplexních poznatků o technologii Flash.

Výsledkem praktické části jsou animace popisující a znázorňující nejrozšířenější typy interleavingu v mobilních sítích.

2. Zpracování signálu v radiokomunikačních systémech

Zpracování signálu se zabývá převodem informací skrz digitální radiokomunikační systém. Každá informace určená pro přenos musí být nejprve převedena na elektrický signál. K tomuto účelu slouží převodníky mechanických, optických a zvukových veličin na veličiny elektrické. Často se pro tyto účely používá elektrické napětí.

Pro přenos dat efektivním, spolehlivým a bezpečným způsobem skrz rádiové kanály používáme zdrojové kódování a zpracování řeči, kanálové kódování a modulaci signálu. Pro všechny systémy pracující s rádiovým komunikačním kanálem lze použít obecné Shannonovo schéma. Lze ho dokonce po menších úpravách aplikovat na analogové systémy, nebo i na systémy s odlišnými komunikačními kanály.



Obr. 1: Obecné schéma rádiového komunikačního systému

Do komunikačního systému vstupuje zdroj signálu, který je přeměněn na elektrický signál a pokračuje do kodéru zdroje signálu. Signál je zde digitalizován a následně, je na něm provedeno zdrojové kódování. V rámci zdrojového kódování se odstraňuje redundance a je potlačena irelevance. Při redukci redundance dochází k odstranění nadbytečné informace, která není nezbytná pro přenos informace. Potlačením irelevance je signál zbaven nepodstatných informací.

V dalším kroku je signál zpracován kodérem kanálu, kde se do něj, oproti kodéru zdroje, přidává redundantní složka. Vložená redundance doplní do sekvence s informací několik opakování. Tyto nadbytečné data slouží k ochraně dat před negativními vlivy jako je šum nebo interference, ke kterým dochází při přenosu skrz rádiový signál. Na straně přijímače opakování

vložené kóděrem kanálu umožňuje kanálovému dekodéru vyhledat a opravit přenosové chyby. Nedílnou součástí kanálového kódování je interleaving, který zabezpečuje signál proti shluku chyb.

Po kanálovém kódování je signál upravován v modulátoru. Zde je modulován na vysokofrekvenční, či mikrovlnnou nosnou vlnu. Modulace je obecně definována jako proces, při němž se některý paramet nosné vlny mění v rytmu modulačního signálu. [7] Takto je možné přenášet, v daném prostředí na nosných vlnách s různými frekvencemi, velké množství na sobě nezávislých modulačních signálů.

Poté signál putuje skrz komunikační kanál, což je fyzikální prostředí, které umožňuje přenos signálu mezi vysílačem a přijímačem. Parametry komunikačního kanálu se dělí na náhodné, například aditivní bílý Gaussovský šum (AWGN), rušení, únik a na nenáhodné, například zpoždění signálu, fázový posuv signálu.

Po přenosu je signál zesílen na vysokofrekvenčním zesilovači a zaveden do demodulátoru. Demodulátor zpracuje signál, který byl porušen rušením a pokusí se obnovit aktuální signál z přijatého signálu. V dalším kroku jde signál do dekodéru kanálu. Kanálový dekodér se pokouší rekonstruovat původní informační sekvenci a v poslední fázi zdrojový dekodér rekonstruuje původní signál, který je přiveden do koncového stupně.

V současné době došlo k úpravě Shannonova schématu, kdy byly prvky modulátoru a kóděru kanálu sloučeny v jeden celek. Tímto krokem vznikly kódované modulace, které sebou přinášejí výhodu ve snížených nárocích na šířku pásma.

2.1 Zdrojové kódování

Elektrický signál v analogové podobě se převádí na signál digitální v analogově-digitálním převodníku. Ten bývá často součástí **kodéru zdroje signálu**.

Zdrojový kódér odstraňuje ze signálu redundantní a irelevantní informace, nebo je alespoň snižuje na nejmenší možnou míru. Tento proces nachází využití u analogových typů hovorových, zvukových a obrazových signálů. Po zdrojovém kódování se sníží přenosová rychlost signálu, což způsobí nárůst požadavků na šířku pásma přenosového kanálu.

Redundance a irelevance nemusí být vždy odstraňována až přímo u digitálního signálu. Procesy pro jejich redukci mohou probíhat u některých systémů analogově-digitálního převodu v opačném pořadí nebo se mohou navzájem prolínat. Výsledná přenosová rychlost digitálního signálu souvisí s šířkou pásma původního analogového signálu a počtem kvantovacích hladin. Podle maximální frekvence ve spektru signálu se zvolí vzorkovací frekvence. Počet kvantovacích

hladin určuje počet bitů pro vyjádření jednoho vzorku signálu. Čím menší bude počet hladin, tím méně bude potřeba bitů pro vyjádření každého vzorku signálu a tím menší bude i výsledná přenosová rychlost. V případě že dojde ke zmenšení počtu kvantovacích hladin, zvýší se kvantizační šum v rekonstruovaném signálu na přijímací straně.

Pro zdrojové kódování **hovorových signálů** se používají kodéry, které se obecně dělí do několika skupin. Jsou to jednak kodéry tvarového průběhu (Waveform coders), které vytvářejí zdrojové kódování tvaru vlny. Jejich konstrukce je podřízena tomu, aby se časový průběh analogového signálu na výstupu dekodéru co nejvíc shodoval s časovým průběhem analogového signálu na vstupu kodéru.

Další skupinou jsou vokodéry (Voice coders). Ty realizují **parametrické zdrojové kódování**. Při tomto způsobu kódování se nepřenáší původní signál, ale pouze jeho charakteristické parametry, vytvořené na základě analýzy původního signálu. Na přijímací straně je pomocí těchto parametrů řízen syntetizátor hovorových signálů. Výsledkem je značná specifická výstup, kde reprodukce má syntetický charakter.

Následující skupinu tvoří hybridní kodéry, které jsou v podstatě kombinací kodérů tvarového průběhu a vokodérů. Využívají přesnosti obou typů a realizují **hybridní zdrojové kódování**.

Zdrojové kódování akustických signálů se používá při kódování kvalitních akustických signálu ve frekvenčním rozsahu 10-20000 Hz. U něj je použita technika **maskování jevu lidského sluchu**, jenž umožňuje maskovat užitečným signálem nežádoucí kvantizační šum. Další oblastí kde se lze setkat se zdrojovým kódováním je kódování obrazových signálů.

Kodéry všech skupin jsou konstrukčně poměrně jednoduché, proto redukce bitové rychlosti není příliš významná.

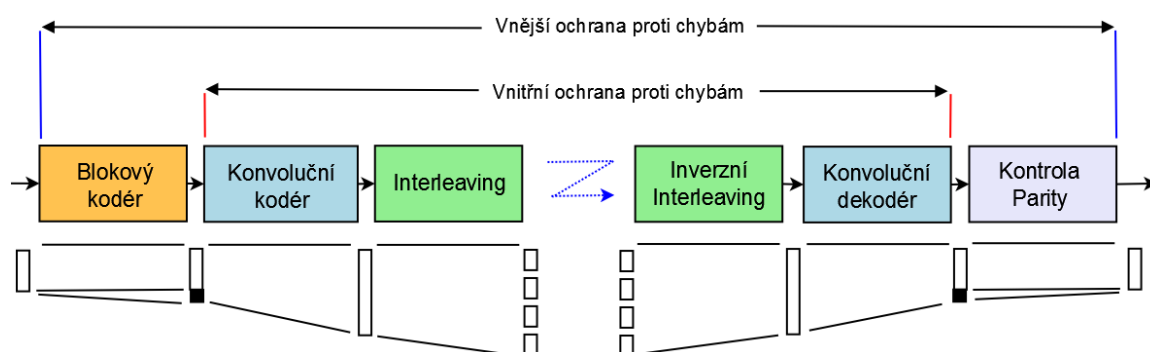
2.2 Kanálové kódování

Hovorová komunikace v přijatelné kvalitě je díky kompresi zdrojového kódování s omezenou redundancí téměř nemožná. Navíc je zcela znemožněna přijatelná datová komunikace. Proto je nutné nasadit vhodné *zabezpečovací kódy* (kanálové kódování), které sníží pravděpodobnost bitové chybovosti (BER) do přijatelného rozsahu, který je v rozmezí od 10^{-5} do 10^{-6} . Kanálové kódování, v protikladu k zdrojovému kódování, přidá do datového toku *redundanci*, aby bylo možné detekovat a opravovat chyby vzniklé při přenosu.

Kanálové kódy lze rozdělit na **detekční** a **korekční kódy**. V případě, že použijeme detekční kód, tak je možné chybou kódovou skupinu pouze identifikovat. Chybný blok se pouze odstraní z přijímané zprávy. Systém je tedy nutné doplnit o *zpětný kanál*, ve kterém se přenáší

automaticky žádost o opakování přenosu ARQ (Automatic Reques Repetition). Výzvu pro opakované vysílání chybných částí zprávy dává dekodér detekčního kódu. **Korekční kódy** jsou schopny chybu identifikovat a opravit. K zabezpečení přenosu nepotřebují zpětný kanál, ale zabezpečení těmito kódy je složitější, protože používají větší počet kontrolních bitů. Korekční kódy se často označují jako dopředná korekce chyb **FEC** (Forward Error Correction).

U korekčních kódů se využívá kombinace několika postupů: v první řadě je to blokové kódování, které vytváří paritní bity pro detekci chyb, dalším krokem je konvoluční kódování, které vytváří redundance pro potřeby korekce chyb a následuje interleaving, který snižuje poškození vytvářené shlukovými chybami. Celý řetězec kódování je zobrazen na obrázku 2.



Obr. 2: Fáze kanálového kódování

Již zakódované a proložené bloky jsou očíslovány, přeneseny v dávkách, poté jsou modulovány a namapovány na vhodné nosné frekvence.

Sekvence bloků dat, která přichází na vstup kanálového kodéru, je zkombinovaná z bloků, jež jsou částečně doplněny paritními bity a doplněny do vhodné velikosti pro konvoluční kodér. Zahrnuto je i připojení nulových bitů na konec každého datového bloku. Díky tomu je možno určit resetovací proces pro konvoluční kodér a z toho správný dekódovací postup.

Nakonec tyto bloky projdou skrz konvoluční kodér. Poměr nekódované a kódované délky bloků se nazývá *míra* (rate) konvolučního kódu. Některé bitové redundance, které byly vytvořené konvolučním kodérem, jsou odstraněny, aby uvolnili místo pro dalších logické kanály. Tato procedura se nazývá *průraz* (puncturing), a výsledný kód se nazývá *proražený konvoluční kód*. *Průraz* zvětšuje *míru* konvolučního kódu, a zároveň sníží požadavky na nutnou šířku pásma právě tak, že konvolučně kódovaný signál se přizpůsobí dostupnému kanálově-bitovému ohodnocení [4]. Konvolučně kódované bity přejdou do interleaveru, kde se smísí různé bitové toky. Na přijímající straně se provedou reversní funkce: deinterleaving, konvoluční dekódování a kontrola parity. V závislosti na pozici v rámci přenosového řetězce se rozlišuje mezi vnější chybovou ochranou (blokový kód) a vnitřní ochranou (konvoluční kód).

Základní jednotkou pro všechny kódovací procedury je datový blok. Délka daného datového bloku může být různá, tento faktor závisí na typu použitého kanálu. Kanály jsou děleny do 3 skupin.

Typy kanálů:

- **Kanály hovorového provozu** – existují dvě třídy, z nichž každá má jinou odolnost proti bitovým chybám. Třída I. zahrnuje hovorové bity, které mají větší dopad na kvalitu hovoru, a proto musí být lépe chráněny. Hovorové bity II. kanálu jsou méně důležité. Jsou přenášeny bez konvolučního zakódování, ale jsou zahrnuty do procesu interleavingu. Jednotlivé sekce hovorového rámce jsou proto chráněny různými stupni ochrany proti chybám.
- **Kanály datového provozu**
- **Signalizační kanály**

- **Vnější ochrana proti chybám – blokové kódování**

Cílem etapy blokového kódování je vytvořit paritní bity pro blok dat, pomocí kterých bude možné identifikovat chyby v tomto bloku. Bloky jsou navíc doplněny výplňovými bity (koncové bity) do délky, která je vhodná pro další zpracování. Blokovým kódováním začíná první vnější etapa kanálového kódování, blokový kód je tedy znám jako vnější ochrana. V praxi se používají prakticky jen dva typy kódů: kontrola cyklického opakování (CRC) a Fire kód.

- **Vnitřní ochrana proti chybám – konvoluční kódování**

Po blokovém kódování jsou data doplněny redundantními bity pro korekci chyb (paritní bity), dodají se výplňové bity a takto se vygenerují seříděné bloky. Další etapou je výpočet doplňkové redundance pro korekci chyb k nápravě přenosových chyb způsobených rádiovým kanálem. Vnitřní chybová ochrana je založena výhradně na konvolučních kódech. Konvoluční kódy mohou být definovány použitím posuvných registrů a generátorem polynomů.

Konvoluční dekódování – ve většině případů se dekódováním konvolučního kódu zabývá Viterbiho algoritmus. Ten používá vhodnou metriku k rozhodnutí, která sekvence dat je nejpodobnější k přenášeným datům. Užitím znalosti funkce generátoru polynomů lze rozpoznat původní datovou sekvenci.

2.3 Digitální modulace

Při modulaci dochází k změnám u některého parametru nosného signálu v závislosti na okamžité hodnotě modulačního signálu. U radiokomunikačních systémů je nosným signálem harmonický signál se třemi základními parametry: amplitudou, frekvencí a počáteční fází. V digitálních radiokomunikačních systémech je modulačním signálem digitální signál. Podle ovlivňovaného parametru dělíme modulaci na tři typy.

- **modulace ASK** (*Amplitude Shift Keying*) - modulace s klíčováním amplitudy (klíčování amplitudovým posuvem, zdvihem), prakticky se nepoužívá.
- **modulace FSK** (*Frequency Shift Keying*) - modulace s klíčováním kmitočtu (klíčování kmitočtovým posuvem, zdvihem).
- **modulace PSK** (*Phase Shift Keying*) - modulace s klíčováním fáze (klíčování fázovým posuvem, zdvihem).

2.3.1 Základní parametry digitálních modulací

Digitální modulaci specifikuje několik základních parametrů jako je symbolová rychlost, bitová chybovost, symbolová chybovost, energetická účinnost a spektrální účinnost.

Symbolová rychlost (f_s) úzce souvisí s šířkou frekvenčního pásma, jež je potřebná pro přenos modulovaných signálů.

$$f_s = \frac{1}{T_s} = \frac{1}{nT_b} = \frac{f_b}{n} = \frac{f_b}{\log_2 M} \text{ [baud]}$$

Vstupní signál má rychlost f_b , kde doba trvání bitu je $T_b = 1/f_b$. Stav nosné představuje u každé modulace skupinu o velikosti $n = \log_2 M$ bitů. Doba trvání jednoho stavu je $T_s = nT_b$.

Bitová chybovost BER (Bit Error Rate) se definuje jako poměr průměrného množství bitů k celkovému počtu bitů, jež se přenesou za daný časový interval. Chybovost je závislá na **poměru signál-šum** C/N , který se nevztahuje na vstup do demodulátoru.

Energetická účinnost η_e je vázána na specifikovanou chybovost BER. Parametr E_b vyjadřuje střední energii modulovaného signálu na 1 bit a N_0 je šumová výkonová spektrální hustota,

$$\eta_e = \frac{E_b}{N_0}$$

Spektrální účinnost η_s se definuje jako poměr přenosové rychlosti signálu k šířce pásma rádiového kanálu.

$$\eta_s = \frac{f_b}{B_{vf}} [\text{bit/s/Hz}]$$

2.3.2 Typy modulací

Modulace QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) je dobrým kompromisem mezi vyhovující energetickou a spektrální účinností. Modulovaný signál QPSK se vytváří v modulátoru, z něhož přechází na splitter, ve kterém dochází k rozdělení bitů do dvou větví I a Q (In-phase, Quadrature). Tak vzniká pár bitů, neboli *dibit*. Výsledný tok lichých a sudých bitů je veden přes dolní propust na součinnové modulátory DSB_{BC} . Z nich signály putují do sumačního obvodu a poté přes pásmovou propust. Po průchodu propustí získáme signál QPSK. Pro demodulaci signálu na přijímači je nutné mít synchronní demodulátor. Signál jde skrz dva násobiče a do bloku pro obnovení nosné vlny. Vzniklé referenční vlny musí být synchronizovány s vlnami v modulátoru. V násobiči se signál QPSK demoduluje a na výstupu pokračuje skrz dolní propust do převodníku. V něm je synchronně navzorkován a převeden z paralelního do sériového tvaru.

Offsetová modulace QPSK se od základní QPSK liší zařazením zpožďovacího členu do kanálu Q. To má za následek, že změna stavu signálu v jednom kanálu (I, Q) může nastávat jen v polovině bitové periody signálu druhého kanálu.

Modulace π/a -DQPSK (Differential QPSK) přiřazuje k jednotlivým dibitům fázové změny vektoru nosné. Informace o dibitech jsou vyjádřeny změnou fáze modulovaného signálu mezi dvěma stavy.

Dalšími typy používaných modulací je **MSK modulace** (Minimum Shift Keying), **GMSK** (Gaussian Filtered NSK) a **CPFSK** (Continuous Phase Frequency Shift Keying).

3. Interleaving

Interleaving je proces, při kterém se mění pořadí binárních či nebinárních symbolů jedinečným způsobem. Opačný proces se jmenuje deinterleaving, při kterém dochází k obnovení původnímu řazení sekvence [5].

Interleaving se používá jako ochrana signálu proti skupinovým chybám (shluku chyb) a tvoří doplněk kanálového kódování. Data na přenosovém médiu nejsou řazena průběžně za sebou, ale jejich pořadí je dáno zvoleným kódovým postupem. Data jsou nejprve na začátku přenosu kódována a řazena a dekódována a zpětně rozřazena na konci.

Cílem je, díky různému pořadí seskládání bitů, eliminace ztráty celých paketů najednou v jeden čas. Výsledkem je zvýšená odolnost proti rušení v krátkém časovém intervalu. S aplikací interleavingu se ovšem zvyšuje i časová náročnost na přenos paketů.

Interleaving se používá často ve spojení s *FEC*. Interleaver (prokladač) je umístěn mezi kanálový kodér a modulátor. Většina bloků konvolučních kódů je navržena pro nejrůznější interakci s náhodnými, na sobě nezávislými chybami, které se mohou vyskytnout v přenosových **bezpaměťových** kanálech. U kanálu s vlastní pamětí jsou shlukové chyby sledovány skrz na vzájemně závislém narušení přeneseného signálu.

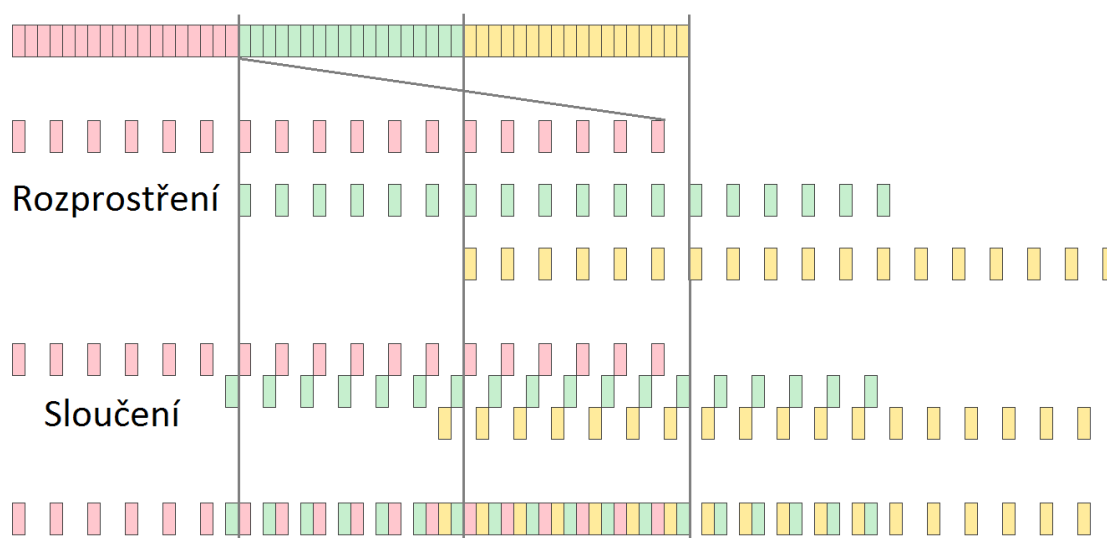
Interleaving se uplatňuje v rozložení shlukové chyby, když klesne úroveň přijímaného signálu a také při zmenšení koncentrace chyb, které musí být opraveny kanálovým kódem. Před tím, než je přenesena sekvence symbolů se proloží symboly některých kódových slov. V případě že dojde k výskytu shlukové chyby, vzniklé chyby budou rovnoměrně sdíleny celým kódovým slovem. To povede k možnosti použití méně náročného opravného kódu. Proto při užití interleavingu se daný kanál jeví dekodéru jako náhodný kanál s chybami.

Hlavní myšlenkou interleavingu je oddělit v čase symboly kódových slov, poté se sníží paměťová náročnost kanálu. Jakmile se zvětší doba provádění interleavingu, lze očekávat, že se zvýší tvorba chyb v tom smyslu, že dávky s rušením budou více rozloženy. Na druhé straně se zvětší zpoždění vlivem aplikace interleavingu a deinterleavingu. Proto vždy musíme řešit kompromis mezi tvorbou chyb a zpožděním interleavingu.

Interleaver míchá kódové symboly, přičemž se každý z nich skládá z určitého počtu m bitů, které jsou rozprostřeny skrz několik kódových slov. Jestliže m je rovno jedné, aplikuje se bitový interleaving. O potřebném intervalu (*span*) se rozhoduje podle trvání dávky. Dle toho rozhodujeme i o typu potřebného interleavingu.

3.1 Diagonální interleaving

Diagonální interleaver přijímá kódované symboly v blocích z konvolučního kodéru, rozprostře je v čase a sloučí napříč několika dávkami, aby bylo možné realizovat přenos. Dochází tedy k dělení toku kódovaných dat v rámci kroků *spreading* a *merging* (rozprostření a sloučení, viz obrázek č. 3).



Obr. 3: Diagonální interleaving

Při časovém rozprostírání je každé kódové slovo rozloženo skrz trojitě dělení. Další fází je slučování bitové sekvence. Tato sekvence je vygenerována s ohledem na vliv každého jednotlivého bitu z jakéhokoliv ze tří kódových slov, která jsou ve výsledku řazeny do střídajících se dávek. Takto se přenesou každé kódové slovo rozložené ve třech dávkách a zároveň se zabezpečí, že dva bity stejného datového toku se nepřenesou vedle sebe.

Počet dávek, skrz které je kódové slovo děleno se nazývá *hloubka interleavingu* (interleaving depth). Rámec vnějšího kódu (spreading factor) pak udává počet bitů, po kterých se budou opakovat vzniklé ojedinělé chyby.

V průběhu přenosu může vzniknout shluková chyba. Ta je rozložena jednotným způsobem do následně přenesených kódových slov, protože se rozprostře skrz několik dávek. Takto je vytvořena sekvence s bitovými chybami, jenž je méně závislá na jejich rozložení v datovém toku. Kritickým problémem u diagonálního interleavingu je rozptýl dávkových chyb. Ten je omezen vztahem k sousedním blokům. Což znamená, že dávkové chyby jsou redukovány na polovinu a jsou pevně sdíleny pouze do dvou sousedních bloků.

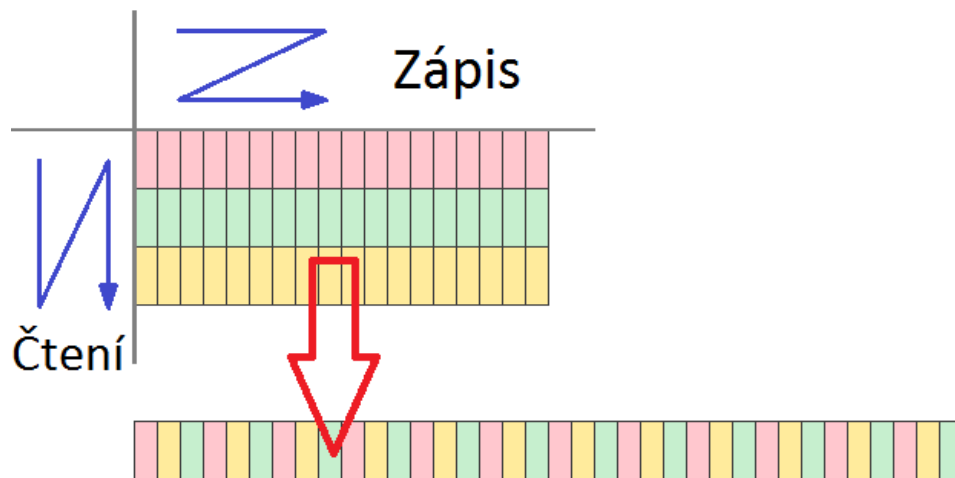
Po přenosu symbolů datovým kanálem následují v deinterleaveru reverzní procesy ke krokům rozprostření a sloučení. Souhrnná prodleva interleaveru a deinterleaveru konec-konec je rovna trojnásobku délky jednoho bloku. Je to zapříčiněno tím, že výsledky kódování v interleaveru získáme po prodlevě 1,5 bloku a stejné je to i případě deinterleaveru. Toto relativně krátké zpoždění je výhodné pro nasazení v řešeních zabývajících se například digitálním přenosem hlasu.

3.2 Blokový interleaving

Alternativní formou interleavingu je blokový interleaving. Ten přijímá kódová slova po n -symbolech zapisuje je do matice, jež má parametry s počtem D -řádků a W -sloupců. Přičemž je možné brát řádek symbolů v interleaveru jako kódové slovo. Každé kódové slovo se skládá z k -informačních symbolů a $n-k$ paritních symbolů. Poté co je matice zcela naplněna, jsou symboly posílány do modulátoru postupně po jednotlivých sloupcích. Na přijímači, deinterleaver provede na vzniklé matici zpětnou permutaci, tím že plní postupně matici po jednotlivých sloupcích a současně odstraňuje symboly v řádcích. Důležitou vlastností tohoto přístupu k interleavingu je, že jakákoliv dávková chyba s délkou $b \leq D$ (počet řádků) se vyskytne nejvýše jedenkrát v daném kódovém slovu. To tedy znamená, že jakákoliv dávka délky $b = r D$, ($r > 1$) nebude mít v dané dávce více než r chybových symbolů v kódovém slově. Nicméně, opakující se sekvence osamocených chyb umístěných v počtu D -symbolů v kódovém slově znamená, že celé kódové slovo je nesprávné.

Zpoždění konec-konec pro soustavu interleaveru a deinterleaveru je velikosti $2WD$ symbolů. Přesněji se musí zaplnit paměť o velikosti $W(D-1)+1$ symbolů, před tím než je umožněn přenos. Toto nastává, jakmile je doplněn první symbol posledního řádku matice. Pro deinterleaver platí naprosto shodné parametry, proto je výsledné zpoždění rovno $(2WD-W+2)$ symbolům. Požadavek na paměť je roven $W*D$ symbolů jak v interleaveru tak v deinterleaveru.

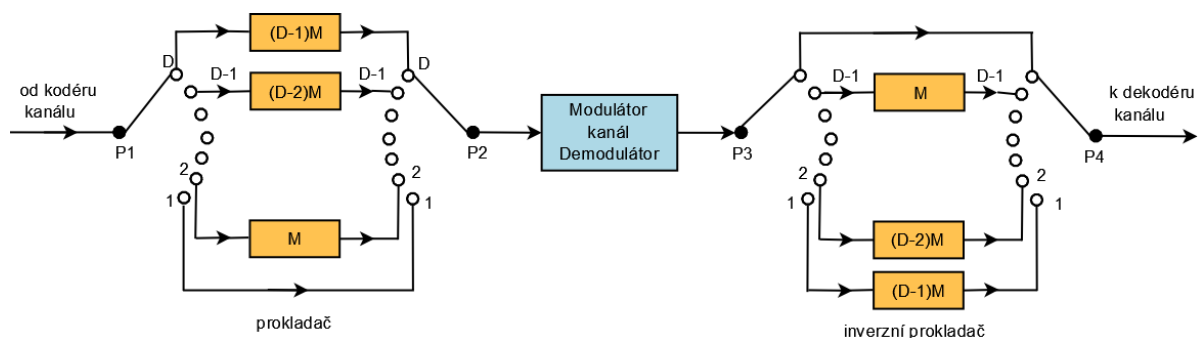
Parametry interleaveru D a W musí být vybrány pro všechny očekávané dávky délky menší než D . Nicméně tento typ interleaveru nemá požadovanou robustnost, když se opakující sekvence jednotlivých chyb vyskytují ve vzdálenosti D -symbolů. V této situaci jsou všechny symboly v řádku chybné, proto dojde následně k přetížení kanálového kodeku. Názorná ukázka blokového interleavingu je na obrázku č. 4.



Obr. 4: Princip blokového interleavingu

3.3 Konvoluční interleavingu

Konvoluční interleavery byly navrženy Ramesyem a Forneym, kteří určili strukturu, která se prakticky bez obměn používá dodnes. Kódové symboly jsou sekvenčně řazeny do banky D registru, kde každý následující registr nabízí o M symbolů větší paměť, než registr předcházející. Daný registr je přepínačem ve výchozí pozici propojený přímo na přenosový kanál. Při každém novém kódovém symbolu se přepínač přesune na další registr a nejstarší kódový symbol v registru je vyřazen. Poté co přepínač dosáhne poslední pozice (D), se vrací na pozici výchozí a cyklus přepínání se opakuje. Deinterleaver provádí reverzní operaci a pro správnou funkci na vstupu a výstupu musejí být všechny 4 přepínače v interleaveru a deinterleaveru dokonale synchronizovány.



Obr. 5: Schéma Konvolučního intereleaveru a deinterleaveru

Výkon konvolučního interleaveru je velmi podobný jako u blokové varianty. Důležitou výhodou je to, že se u konvolučního interleaveru snížila prodleva konec-konec, která má hodnotu

$W(D-1)$ symbolů, kde $W = DM$, a požadavek na velikost paměti je $W(D-1)/2$ jak v interleaveru, tak v deinterleaveru.

3.3.1 Inter-blokový interleaving

Inter-blokový interleaver si bere za vstup blok $N \cdot B$ symbolů a rozptýluje N symboly do každého z následujících B výstupních bloků. Bere se v úvahu kódový symbol X z kodéru a výstupní symbol Y z interleaveru. Namapováním z m -tého symbolu z i -tého vstupního bloku na $(j+Bt)$ -tý proložený symbol z $(i+j)$ -tého výstupního bloku dostaneme díky rovnici:

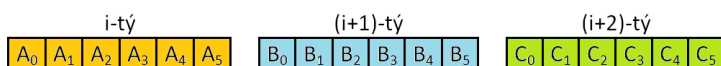
$$y(i+j, j+Bt) = x(i, m), \text{ pro všechny } i$$

$$s \cdot j = m \bmod B$$

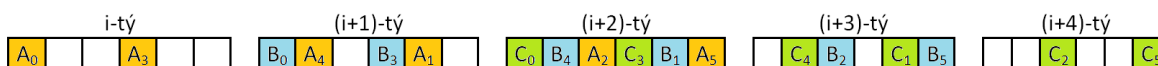
$$a \cdot t = m \bmod N$$

Podstatnou nevýhodou tohoto typu interleavingu je rozptylná povaha v tom smyslu, že výstupní sekvence je roztáhnutá o $(B-1)$ bloků a zpoždění po interleavingu je B^2N symbolů. Zpoždění se skládá z prodlevy BN , která vzniká při nahrávání do vstupního bloku a dodatečného zpoždění $(B-1)B$, které vzniká při rozptýlení symbolů N . Názorný příklad je vidět na obrázku č. 6.

Vstupní bloky:



Výstupní bloky:



Obr. 6: Příklad inter-blokového interleavingu

3.4 Výhody interleavingu

Velkou předností interleavingu je zmírnění dopadu dávkových chyb a optimalizace opravy chyb v konvolučním kódu. Toto je však podmíněno nezanedbatelnou nevýhodou pro hovorovou a datovou komunikaci. Bity kódových slov jsou rozptýleny skrz několik dávek a pro úplnou rekonstrukci kódového slova je nutné čekat na dokončení přenosu všech nezbytných dávek. Důsledkem je přenosové zpoždění, které je závislé na hloubce interleavingu. Maximálně se užívá

hloubka interleavingu s úrovní 19, což vede ke zpoždění až 360 ms. Příklady zpoždění na vybraných kanálech lze vidět na obrázku 7.

Typ kanálu	Hloubka prokládání	Zpoždění [ms]
TCH, full-rate, voice	8	38
TCH, half-rate, voice	4	
TCH, full-rate, 14.4 kbit/s	19	93
TCH, full-rate, 9.6 kbit/s	19	93
TCH, full-rate, 4.8 kbit/s	19	93
TCH, half-rate, 4.8 kbit/s	19	185
TCH, full-rate, 2.4 kbit/s	8	38
TCH, half-rate, 2.4 kbit/s	19	185
FACCH, full-rate	8	38
FACCH, half-rate	8	74
SDCCH	4	14
SACCH/TCH	4	360
SACCH/SDCCH	4	14
BCCH, AGCH, PCH	4	14

Obr. 7 Přehled kanálů v souvislosti s hloubkou interleavingu a zpožděním

3.5 Využití interleavingu v GSM

Přenos užitečné informace v sítích GSM má některé specifika, kterými se vymezuje oproti Shannonovu schématu radio komunikačních sítí. Pro přenos se používá klasicky zdrojové kódování a zpracování řeči, kanálové kódování a modulace. Odlišujícími prvky jsou dávkové mapování a funkce související s bezpečností, jako je šifrování a autentizace.



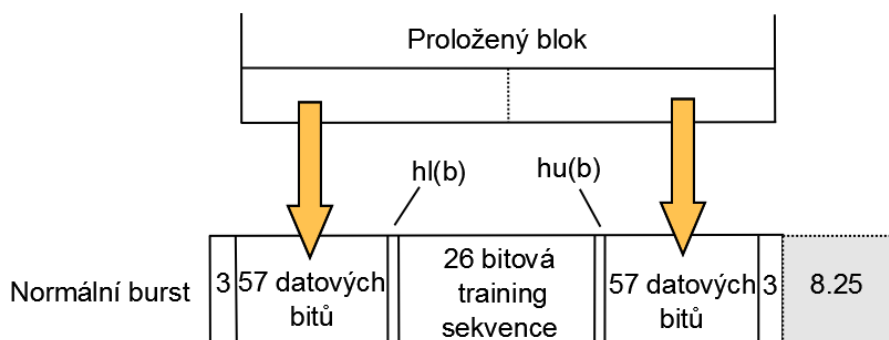
Obr. 8: Zásadní prvky GSM přenosového řetězce na fyzických vrstvách skrz bezdrátové rozhraní

Na obrázku č. 8 vidíme schematický přehled prvků, které se využívají v přenosovém řetězci GSM. Tok vzorkovaných hovorových dat je směřován do zdrojového enkodéru, který komprimuje data odstraněním redundantních a irelevantních dat. Výsledná sekvence bitů s informací projde do kanálového kodéru. Ten doplní do sekvence s informací redundantní data. Tyto nadbytečné data slouží k ochraně dat před negativními vlivy jako je šum nebo interference, na kterou narazí při přenosu skrz rádiový signál. Na straně přijímače dané opakování umožňuje kanálovému dekodéru vyhledat a opravit přenosové chyby. GSM užívá kombinaci blokového a konvolučního interleavingu. Kromě toho, schéma interleavingu se využívá k vyrovnání se s dávkovými chybami, které se vyskytují v průběhu vícecestných a oslabených kanálech. Dále proložená a kódovaná data se zašifrují do garantovaných a důvěryhodných datových přenosů. Šifrovaná data jsou následně namapovaná do dávek, které jsou následně multiplexovány. Nakonec je tok bitů podroben diferenciálnímu kódování a modulaci.

Po přenosu demodulátor zpracuje signál, který byl poškozen rušením. Pokusí se obnovit aktuální signál z přijatého signálu. Dalšími kroky je demultiplexování a dešifrování. Kanálový dekodér se pokouší rekonstruovat původní informační sekvenci a v poslední fázi zdrojový dekodér rekonstruuje původní signál.

• Mapování do dávkového plánu v GSM

Po všech krocích jako je blokové kódování, konvoluční kódování a interleaving jsou data k dispozici ve formě 11-ti bitových bloků. To odpovídá přímo množství dat, která mohou být přenesena obvyklou dávkou. Každý proložený blok je namapován přímo na dávku. Po nastavení řídicích bitů *SF* (*stealing flags*), může být **burst** složen a poslán do modulátoru. Řídicí bity uvádějí, zda jsou přítomné signalizační zprávy vysoké priority (*FACCH* zprávy, Fast Associated Control Channel Messages), ty musejí být přeneseny tak rychle, jak jen to je možné, a to i místo původně naplánovaných dat na přenosovém kanálu.



Obr. 9 Mapování do shluku

Správné ošetření *FACCH* signalizační zprávy je zásadní komponentou kanálového kódování. Tyto zprávy jsou preventivně multiplexovány na přenosový kanál. Na úrovni burstu je každé *FACCH* kódové slovo nahrazeno kódovým slovem z *TCH/FS* přenosového kanálu. Pro *FACCH* platí pravidlo, že z *FACCH* kódového slova jsou sudé pozice obsazeny jedním ze sady 4 proložených bloků, liché bitové pozice jsou obsazeny jinou sadou proložených bloků, navíc bitové pozice v rámci proložených bloků jsou promíchávány.

4. E-learning

E-learning jako takový je možné popsat řadou nejrůznějších definic. Všechny tyto definice budou mít společný jeden atribut. Vždy půjde o vzdělávání se elektronickou cestou za použití k tomu určeného nástroje. E-learning vlastně představuje stále se měnící a vyvíjející se výukový systém, který nabízí interaktivní možnosti vzdělání, zlepšuje komunikaci mezi vyučujícími a studenty a zlepšuje provázanost studia.

Ne všechny materiály, jež jsou dostupné v elektronické podobě lze zařadit do kategorie e-learningu. Typickým zástupcem, jenž se vymezuje mimo e-learning je elektronický výukový kurs, někdy také nazývaný jako e-kurs. Jde o datový soubor s uloženými výukovými materiály k danému tématu. E-kurs bývá zpravidla striktně členěn do oddělených lekcí. Dalším výukovým zdrojem nespádajícím do e-learningu je studijní opora. Jsou to v podstatě informace, které studující získává v elektronické formě od kantora, nebo materiály které si studenti vytváří sami. Mezi typické zástupce opory patří autotesty, zvukové nahrávky, záznamy z přednášek nebo elektronické texty.

4.1 Systém LMS

LMS je řídicí výukový systém. Zkratka LMS pochází ze spojení anglických slov „Learning Management System“. Jedná se o aplikace, které řeší administrativu a organizaci výuky v rámci e-learningového kursu [8]. Obsahují různorodé on-line nástroje, které pomáhají v komunikaci a řízení studia. Příkladem těchto nástrojů jsou diskusní fóra, chaty, evidence a testy k hodnocení studentů. Nástroje bývají často obohaceny o výukové tutoriály, studijní materiály, které mohou být k dispozici jak on-line tak off-line.

Dá se říct, že programové vybavení LMS může obstarávat a ovládat veškerý proces vzdělávání ve všech jeho fázích. Správce systému má navíc kompletní přehled o aktivitách uživatelů, ať už jde o počty vykonaných testů, průměrné výsledky, případně upozorňovat uživatele na nesplněné kurzy. Studenti se do výukových kurzů registrují, přihlašují a případně se mohou i odhlásit [8].

Program sloužící jako LSM může mít mnoho podob těch nejjednodušších systémů pro akademické potřeby, až po rozsáhlé komerční aplikace. Jsou rozšiřovány pod různými komerčními licencemi, nebo ve formě open-source a freeware. Mezi typické zástupce patří Moodle, EDEN, eTutor, TextWeaver, Electure. Konkrétně VŠB-TU Ostrava používá vlastní LMS řídicí systém Barborka.

4.1.1 LMS Moodle

Moodle je softwarová kolekce pro tvorbu elektronických kurzů a výukových systémů. Je poskytován zdarma jako Open Source a váže se na něj licence GNU. Což znamená, že je nutno tento zdroj poskytovat ostatním; bez změny původních údajů o licencích a autorských právech, a budou uplatněny stejné licenční podmínky i u jakýchkoliv odvozených produktů. Moodle je nenáročný na systémové prostředky a lze jej použít na jakémkoliv počítači s přístupem na internet podporujícím jazyk PHP. Samotný Moodle umožňuje využívat různorodé relační databáze jako je MySQL, Oracle, PostgreSQL a MS SQL. Moodle je možné napojit na další systémy jako je např. LDAP, IMAP.

Vývoj systému Moodle započal Martin Dougiamas v roce 1999 pod aplikačním serverem Zope. Následoval prototyp pod PHPNuke, který byl určen pro nasazení pro univerzitu v Pekingu. V současnosti funguje systém Moodle pod jazykem PHP5.

Moodle nabízí jednoduché a intuitivní uživatelské rozhraní. Výhodou je snadná instalace na nejrůznější platformy. Přitom je u něj kladen důraz na co nejdokonalejší zabezpečení. Je zcela vhodný pro distanční výuku i jako doplněk prezenční výuky. Většinu obsahu je možné vytvářet skrz jednoduché rozhraní WYSIWYG editoru.

Systém je široce používán pro svou přizpůsobitelnost na mnoha pracovištích VŠB. Můžeme se s ním setkat na Ekonomické fakultě, Strojní fakultě, Fakultě elektrotechniky a Informatiky i na jednotlivých katedrách.

V Moodle je k dispozici velké množství modulů, z nichž lze sestavit obsah on-line kurzů, které se skládají z HTML stránek, diskusních fór, animací, strukturovaných přednášek, testů, anket a slovníků. Na tvorbě obsahu se mohou podílet i samostatní studenti.

K dalším výhodám systému patří evidence studijních výsledků a činnosti uživatelů, která se zaznamenává do souhrnných statistik a protokolů. Moodle je možné napojit na další systémy jako je např. LDAP, IMAP.

4.1.2 LMS Barborka

Barborka je původní řídicí program (LMS) pro tvorbu e-learningových multimediálních výukových opor, pro podporu studia s možností programované a adaptivní výuky řízené kvalitou odpovědi studenta na průběžné kontrolní otázky a pro podporu práce tutora i administrátora výuky [10].

Vlastní návrh LMS systému pochází již z roku 1982, kdyby byly vytvořeny základní autorské a studentské funkce implementované v jazyce Fortran. Následovala verze v jazyce Pascal s databází Redap a poté verze v jazyce Delphi. Kompletní systém byl nasazen do testovacího provozu roku již 2003.

Systém klade důraz na důslednou strukturalizaci v autorské části LMS, která se skládá z prvků:

- **Komponenta**

Základní stavební prvek pro tvorbu obsahu. Může jít o videa, animace či texty

- **Rámec**

Skládá se z jedné a více komponent. Věcně odpovídá jedné informaci.

- **Otázka**

Prvek pro interakci se studentem. Oproti rámci vyžaduje i odpověď studujícího. Existují 3 skupiny otázek: variantní, tvořené a speciální. V případě variantních si student volí z vybraných odpovědí jednu či více správných odpovědí. U tvořených musí studenty přímo odpovědět bez možnosti zvolit si variantu. Speciální kombinuje obě předchozí možnosti.

- **Kapitola**

Tvoří ji několik po sobě jdoucích výkladových rámců. Bývá zakončená testem.

- **Lekce**

Jde o specifickou výukovou strukturu pro programovou výuku, která se skládá z výkladových rámců a otázek.

- **Test**

Úkolem testu je ověřit zda studující má potřebné znalosti v dané látce. LMS systém generuje testy s vyváženou náročností otázek, pro každého studujícího. Testy jsou děleny na testy ostré a testy cvičné. Ostré testy lze absolvovat jen jedenkrát, oproti tomu cvičné testy lze provádět opakovaně.

- **Předmět**

Je to komplexní jednotka, která se skládá z lekcí a kapitol.

Barborka LMS umožňuje snadnou editaci textů, ke kterým není nutné mít jakékoliv znalosti skriptovacích jazyků, ale lze tvořit výukové podklady v prostředí, jež je podobné textovému procesoru MS Word. Stejným způsobem je řešeno i vkládání obrázků, zvukových či videoklipových souborů.

Systém samozřejmě umožňuje i několik nejpoužívanějších způsobů pro export dat. Například do formátu PDF, HTML.

4.2 Význam e-learningu ve výuce

Existuje mnoho pohledů, jak lze nahlížet na e-learning v rámci možností co může poskytnout pro vzdělání. Nelze jej chápat pouze jako výukový systém či pouze jako princip přístupu k výuce. Nejzásadnější formy e-learningu:

- **Vzdělávací prostředek**

Výuka používá počítačovou techniku s jejími veškerými multimediálními prvky, ke kterým se řadí video snímky, interaktivní texty, prezentace. Účelem je především ulehčit vyučování a využít nové možnosti v přístupu ke vzdělávání.

- **Výukový systém**

E-learning v tomto případě představuje ucelené výukové prostředí, které obsahuje kurzy, testy vyvěšené pokyny a rozvrh úkolů. Tento systém má často zakomponovanou e-mailovou schránku, nástěnku a diskusní fórum.

- **Zdroj informací**

Libovolné elektronické či didaktické prostředky, které jsou využívány pro efektivnější formu vzdělání.

- **Výukový proces**

E-learning může plnit funkci vzdělávacího procesu, který používá informační technologie pro tvorbu kurzů, komunikaci studentů a učitelů a k řízení studia.

E-learningový kurz se snaží využít všech možných zdrojů a prostředků při učení. Hlavním cílem je pak využití jeho hlavní výhody, což je minimalizace času studenta při učení a tím i snížení finančních prostředků potřebných ke studiu. [8] Výrazně je zvýšená efektivita studia, oproti prosté hlasové prezentaci při přednáškách. Děje se to díky hlubšímu zapojení zrakového a sluchového vjemu u interaktivních prvků. Je tak možno úspěšněji odbourat stereotypnost výkladu, která vede k horšímu proniknutí do látky.

4.3 Specifika E-learningu

Velká důležitost je kladena na provedení uživatelského rozhraní, aby byla usnadněna orientace a efektivnost používání daného systému. Nutná je kvalitně zpracována nápověda

k používání programového vybavení, jelikož student nemá možnost být přímo v kontaktu s osobou vyučujícího. Učební texty musí být také přizpůsobeny těmto měřítkům, proto je u nich kladen požadavek na dokonalou srozumitelnost a zhuštění textů do kompaktnější podoby.

Bohužel k e-learningu se váže i několik podstatných nevýhod, oproti standardnímu výkladu. Jedním z negativ jsou nezanedbatelné náklady na technické a softwarové vybavení, což bohužel není možno vyvážit ani minimálními náklady na provoz. S tím souvisí i určité odosobnění výuky, tím pádem jsou kladeny zvýšené nároky na samotnou motivaci studenta vzdělávat se naprosto samostatně. S tím souvisí nemožnost aplikovat e-learning u všech osob, protože někteří vyžadují vedení klasického učitele a samotná strojová výuka je nevhodná. Důvodem může být nemožnost stroje improvizovat a jiným způsobem formulovat výklad látky.

4.4 Efektivní využívání E-learningu

Základní podmínkou pro začlenění E-learningu do běžné výuky je splnění následujících předpokladů.

- **Poptávka studentů**

Studující musí být vhodně motivováni k samostudiu a to buď sami sebou, nebo školou. Jinak dochází k neefektivnímu využití daných kurzů.

- **Kvalita kurzů**

Důležitá je především snadná přístupnost a provázání se studijním plánem.

- **Vhodné technické studijní zázemí**

Stěžejním problémem je kvantita vhodných počítačů pro studium a kvalita studijního prostředí. Ideálem je klidné, dostatečně osvětlené a prostorné místo.

- **Znalost práce s výpočetní technikou**

Mimo to jsou kladeny zvýšené nároky na studenty v jejich zapojení do samostatných nebo kooperativních úkolů, které vyžadují velkou míru osobní kreativity. Cílem je naučit studenta hledat různá řešení a respektovat dané principy řešení. Vhodné je ověřit jaké postoje student při řešení zaujímá a na základě toho zdokonalit jeho praktické dovednosti. Současně je nezbytné podporovat kolektivní práci a převzít zodpovědnost za svou část řešení.

4.5 E-learningové standarty

Standarty jsou sadou pravidel nebo procedur odsouhlasených a schválených standardizační organizací [9]. Definují pravidla pro tvorbu kursů a pro komunikaci mezi kurzy a systémem vzdělávání. Dodržení těchto pravidel umožňuje garanci zpětné kompatibility. Standarty ovšem nezaručí, že obsah, jenž byl vyrobený v jednom systému, půjde editovat v systému jiném.

Mezi používané standarty patří AICC a SCORM. AICC definuje vše, co se týká komunikačního rozhraní, didaktiky a meta-dat. Jeho nástupce se stal SCORM, který zlepšuje opětovné využívání obsahu, jeho sdílení a prohledávání. Dalšími standarty jsou IMS, IEEE a ADL.

Pro tvorbu obrázků, grafiky různého druhu a ilustračních animací, často se využívá specializovaných aplikací, kde hraje významnou roli např. technologie Flash a produkty Authorware, Director a CourseBuilder. Pomocí těchto aplikací je možné vytvářet plně multimediální E-learningové kurzy [9].

5. Flash technologie

Flash je multimediální formát užívaný v širokém nasazení pro rozsáhlé spektrum využití. V praktické části jej používám jako hlavní nástroj pro tvorbu animací a vývoj interaktivního obsahu. První verze byly produkovány jako nástroj pro intuitivní a rychlé vytváření animací, s přehráváním zvuků a jednoduchou interakcí ze strany uživatele. Flash byl tedy postaven jako přímá konkurence pro formát GIF. Následný vývoj ponechal vysoko pokročilé animační schopnosti a přidal skriptovací jazyk ActionScript, který je nyní dostupný již ve své 3. -tí verzi. Ten posunul Flash do kategorie aplikačních prostředí, kde je přímou konkurencí pro Javu či Silverlight.

5.1 Historie

Historie Flashe začala roku 1997 ve firmě Macromedia, která přejala od firmy FutureWave kompaktní webový grafický program pojmenovaný FutureSplash. FutureSplash byl malý program s ohromující schopností vytvářet kompaktní vektorovou grafiku a animace pro web. S podporou firmy Macromedia se Flash rozrostl. V roce 2005 byla firma Macromedia převzata gigantem Adobe Systems Inc. Následovala integrace Flashe do rodiny jejích propojených produktů. Tímto krokem se stal flash platformě všudypřítomným, ale dokonce jej bylo možné velice snadno přenášet skrze široké spektrum profesionálních aplikací. Flashový doplněk obstarává komunikaci s většinou internetových prohlížečů a operačních systémů. Flash se nezaměřuje pouze na Web, ale také na televizní a filmové obrazovky, na telefony, informační kiosky a dokonce je možné ho nalézt i v uměleckých galeriích. Současná nejnovější verze Flashe CS4 Professional se skládá z produktů z Creative Suite 4. To zahrnuje nastavení nástrojů a ostatních editačních doplňků obsažených v ergonomicky navržených panelech. Změny byly také promítnuty do celého vývojového prostředí. Rozhraní pro počítače MAC je téměř identické jako rozhraní ve Windows.

5.2 Spolupráce s cizími formáty

Flashové klipy mohou komunikovat přímo se skripty na straně serveru a s programy, které používají obvyklé URL proměnné, XML-formátované struktury, webové služby nebo datové přenosy z Flaschem vzdáleně ovládaných serverů. Veškeré zvuky mohou být importovány i exportovány jako MP3 nahrávky pro vysoce kvalitní ozvučení webu jako soubory, jež jsou

výrazně menší velikosti. Flash podporuje prakticky každý datový formát od JPEG, PNG, GIF, BMP, MP3, FLV, AAC a H. 264 video obsahu.

5.3 Animační technologie

Mezi nejdůležitější schopnosti Flashe, když se nebere v potaz použití ActionScriptu, patří zobrazení a animace vektorové grafiky, pohybová a tvarová transformace, přechodová, průsvitná výplň a rastrové výplně křivkových objektů. Dále zobrazení textů pomocí integrovaných písma a v neposlední řadě rastrové efekty křivkových objektů. Z důvodu zachování maximální kvality animace a lepšího dopočítávání změny tvarů užívá Flash křivkovou grafiku (vektorovou). Mezi výhody vektorového kreslení patří především malá datová náročnost ve vztahu k velikosti obrázku a také snadnější provádění následných úprav. Samozřejmě, že je efektivně doplněna rasterovou grafikou v případech, kde je to třeba. Užívání vektorové grafiky sebou přináší i vyšší nároky na výpočetní výkon. V rámci snížení náročnosti existuje snaha o lepší rozložení výpočetních úkonů, a proto ve verzi 10.1 začíná být podporováno hardwarové urychlování skrz grafické karty (prozatím –AMD-ATI, Nvidia). Pro efektivnější využívání všech možností Flashe je možno použít speciální skriptovací jazyk ActionScript. Ten se zabývá manipulací a interakcí objektů na scéně., umožňuje ovládání a přehrávání video a audio záznamů ve vysoké kvalitě. Zpřístupněná je obousměrná komunikace se serverem a externí načítání dat.

5.4 Použití na více platformách

Pro vytváření animací je dostupný pouze oficiální zpoplatněný software. Alternativní software prakticky v použitelné verzi neexistuje. Editační program Adobe Flash slouží ke grafickým a programátorským úpravám zdrojových souborů (*.FLA), kterou jsou pro následnou distribuci konvertovány do úsporných MovieClipů (*.SWF), alternativně lze zkonvertovat do spustitelného souboru pro Windows (*.EXE), jenž se nazývá projektor.

5.5 Jádro Flashe

Jádrem Flashové aplikace je křivkový kreslicí program, který nevyžaduje jednotlivé pixely pro kompozici finálního obrazu. Nicméně kreslí tvary skrz definování bodů, které jsou popsány pomocí souřadnic. Čáry, jež propojují tyto body, se nazývají cesty a křivky v každém z těchto bodů popisují zakřivení cest. [1] Jelikož toto schéma je matematické, tak z toho vyplývají dvě

zásadní výhody. Obsah křivky nejednoznačně menší velikosti a je neomezeně modifikovatelný bez degradace obrazové informace. Tyto výhody jsou zvláště výhodné pro webové použití.

- **Vektory**

Křivková animační komponenta Flashové aplikace je odlišná od jakéhokoliv jiného programu. I když je Flash schopen pracovat s rastrovými obrázky, tak původní formát souboru je čistě vektorový. Je kladen důraz na kompaktnost obsahu a vektorové orientování pro přenos finálního produktu [1]. Při rozsahu klipu v rámci tisíců snímků je to jediný způsob jak zachovat použitelnou velikost animace pro webové prostředí.

- **Rastery**

Rastrové soubory jsou seskupení individuálních bodů, které jsou namapovány v mřížce, připomínají zhuštěnou matici s malými čtverečky. Každý čtverec představuje jednotlivý pixel a každý z těchto pixelů má svou barvu. Z toho vyplývá, že pro nakreslení spojitě linky musíme vyplnit každý z pixelů v dané oblasti, což je mnohem složitější než jednoduchá matematická formule pro kresbu vektorové čáry.

- **Užití vrstev**

Jako každý pokročilý grafický nástroj umožňuje Flash využívat průhledné vrstvy. Toto je velmi užitečné při tvorbě složitých prvků, kdy se k animování přistupuje jako k tvorbě rozsáhlé koláže. S vrstvami se ve Flashi pojí také jejich pomocná funkce, kdy je můžeme použít jako vodící pomůcku při vytváření složitých pohybů u animovaného objektu, u kterého lze předem připravit trasu, kudy se má objekt pohybovat.

5.6 Plánování animace

Flash obecně zprostředkovává ohromné množství možností pro kontrolu rychlosti a typu pohybu, ale dokud nemáte navrhnutý plán postupu, tak nebudete schopni použít tyto nástroje efektivně. Je nanejvýš vhodné stanovit si posloupnost a logičnost, stejně tak návaznost jednotlivých kroků animace, aby nebylo nutné celý projekt přepracovávat od začátku. S přihlédnutím k tomuto faktu pak můžete vložit celou svou osobnost, tvůrčí nadšení, smysl pro detail a grafické cítění do práce. Využívají se následující prostředky. Rychlost animace, která definuje rychlost pohybu objektu, případně zda zrychluje nebo zpomaluje. Dále je to časování a rytmus, u něhož je podstatné, zda se objekt pohybuje v cyklech nebo zda se mění v průběhu. Často pomáhá najít vhodnou hudbu na pozadí a časováním ji přizpůsobit. Pohyb lze taky definovat konzistentností a nevrátností, kde se zaměřujeme na množství změn v pohybu, zda se

opakuje, či je náhodný. A konečně je důležité definovat volnost či omezení pohybu. Jak velké nebo malé mohou být pohyby, které může objekt udělat, aniž by to působilo rušivě. Pomáhá zaměřit se i na množství pohybujících se objektů v jeden čas, tak aby neodpoutávaly pozornost od ústředního motivu a navzájem se nerušily.

5.7 Typy prvků

Umísťování grafiky na scénu může být i velmi přesné a intuitivní díky pokročilému vývojovému prostředí. K umísťování objektů můžeme použít množství mřížek, vodítek a pravítek. K dispozici jsou i integrované funkce pro zarovnávání a změnu velikostí objektů. Samozřejmě, že nejsme omezení pouze na dvourozměrný prostor, ale nová verze umožňuje použít 3D transformaci a pracovat plochým objektem, jako by byl umístěn v třírozměrném prostoru. Slouží k tomu funkce 3D přeložení a 3D natočení. Pro import objektů do klipu slouží integrovaná knihovna. Každý nakreslený prvek můžeme převést na symbol a umístit jej do knihovny. Z těchto symbolů lze vytvářet kopie s upravenými vlastnostmi, jde o tzv. instance. Knihovna může obsahovat množství nejrozličnějších objektů, mezi ty nejobvyklejší patří prvek grafika, tlačítko, MovieClip, komponenta, bitmapa, zvuk a font.

- **Grafika**

Grafika (Graphic) je jednoduchý obraz, který může mít více vrstev a neobsahuje animaci.

- **Tlačítko**

Dalším prvkem je tlačítko, které je podobné grafice s tím rozdílem, že obsahuje časovou osu se 4 stavy, ve kterých se může tlačítko vyskytovat. A sice jsou to stavy: nezmáčknuté tlačítko, stav zmáčknuté, stav při přejetí myši a konečně oblast kde je tlačítko aktivní. Tato oblast může být jiné velikosti než je původní grafický prvek.

- **MovieClip**

MovieClip je dalším rozšířením grafiky s vlastní časovou osou. Zpravidla slučuje více symbolů do jednoho objektu.

- **Komponenta**

Komplexnější variantou MovieClipu je komponenta, která má naskriptovány specifické akce a chování. Mezi nejpoužívanější komponenty patří CheckBox, SelectBox a další formulářové prvky.

5.8 Typické použití Flashe

Kreativní možnosti Flashe jsou prakticky neomezené. Můžeme tvořit nepřehledné množství multimediálního obsahu, jako jsou kreslené filmy, interaktivní mapy, hry, vysoce interaktivní webové stránky s mnoha dříve nepředstavitelnými vymoženostmi, uživatelská rozhraní pro práci v databázi, reklamní a marketingové poutače, multimediální databáze pro streaming dat konzolím, elektronické publikace, bulletiny, spořiče obrazovek, systémy pro e-shopy, projekty pro vzdělávání a mnohé jiné [2].

5.9 ActionScript

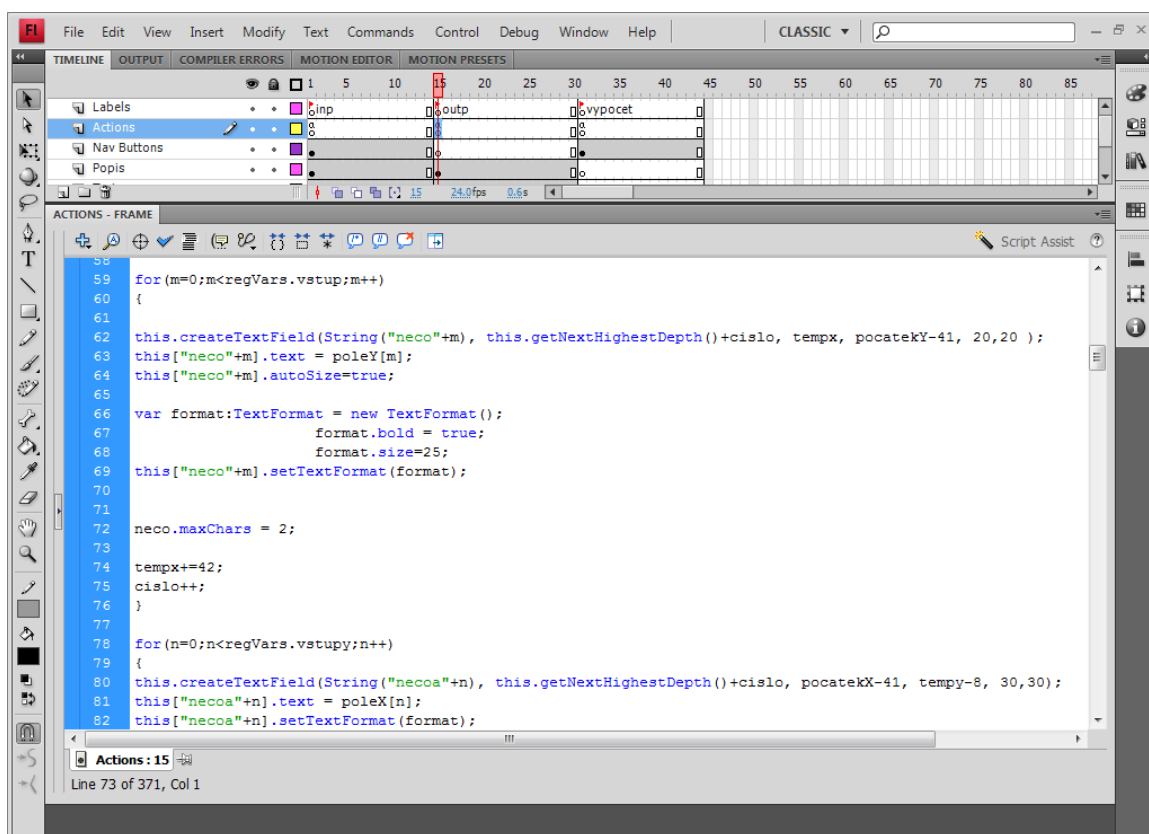
Animaci samozřejmě nevytváříme pouze ručně vytvořenými grafickými prvky, ale můžeme použít skriptovací jazyk ActionScript, který přidá do klipu interaktivní prvky, které můžou v důsledku vést až k vytvoření komplexní aplikace, která nebude mít s triviální animací mnoho společného. ActionScript je skriptovací, objektově orientovaný jazyk se silnou typovou disciplínou [1]. Co se týče práce je podobný jakémusi hybridu mezi jazykem PHP5 a Javou. Znamená to tedy, že veškeré známé objektové principy a funkce lze úspěšně aplikovat i zde. Interaktivní prezentace představují další vývojový krok od přímočarých prezentací. Zprostředkovávají uživateli kontrolu nad způsobem, průběhem nebo zkušeností jakým jsou informace prezentovány. V budoucnu se webové stránky jakékoliv konstrukce budou rozhodovat pro interaktivní prezentaci. Další kategorií jsou datově řízené prezentace, což jsou jakékoliv snímky, které načítají externí obsah a zprostředkovávají ho uživateli.

- **Typy skriptů**

Rozlišujeme dva druhy skriptů a to podle typu spouštění. Je to skript synchronní a asynchronní. Synchronní skripty jsou vykonávány synchronně s přehráváním klipu. Jsou zpracovávány sériově, jsou časově náročnější, a mohou tedy zpomalit průběh animace. Asynchronní jsou vykonávány souběžně s během programu. Většinou jako reakce na nějakou vyvolanou událost. Zpravidla tvoří většinu užitého kódu. Najdeme je například u objektu Tlačítko a MovieClip. K usnadnění tvorby skriptů můžeme použít integrovaného asistenta, což je nástroj, kde není nutné mít programátorské znalosti, ale lze si základní prvky pro práci s klipy jednoduše nastavit v grafickém rozhraní.

- **Současná verze**

Současná verze ActionScript 3 do značné míry redefinovala předchozí systém práce s programovacím jazykem. Mezi klíčové vlastnosti patří přeuspořádání tříd do nových balíčků, které jsou funkčně modifikovány. Zavedla se hlavní (Main) třída dokumentu. Upřesnila se pravidla pro konstrukci vedlejších tříd. Zejména se to týká přístupu k jmenným prostorům. Zlepšila se také podpora XML a přibyly nové datové prvky. Byla značně vylepšena konverze objektových typů a jejich kontrola. Přeprogramování prošel model pro práci s grafickými objekty. ActionScript 3 už dále nepodporuje konvenci podtržítkových předpon, což je pozůstatek z dob první verze ActionScriptu.



Obr. 10 Integrovaný editor pro ActionScript

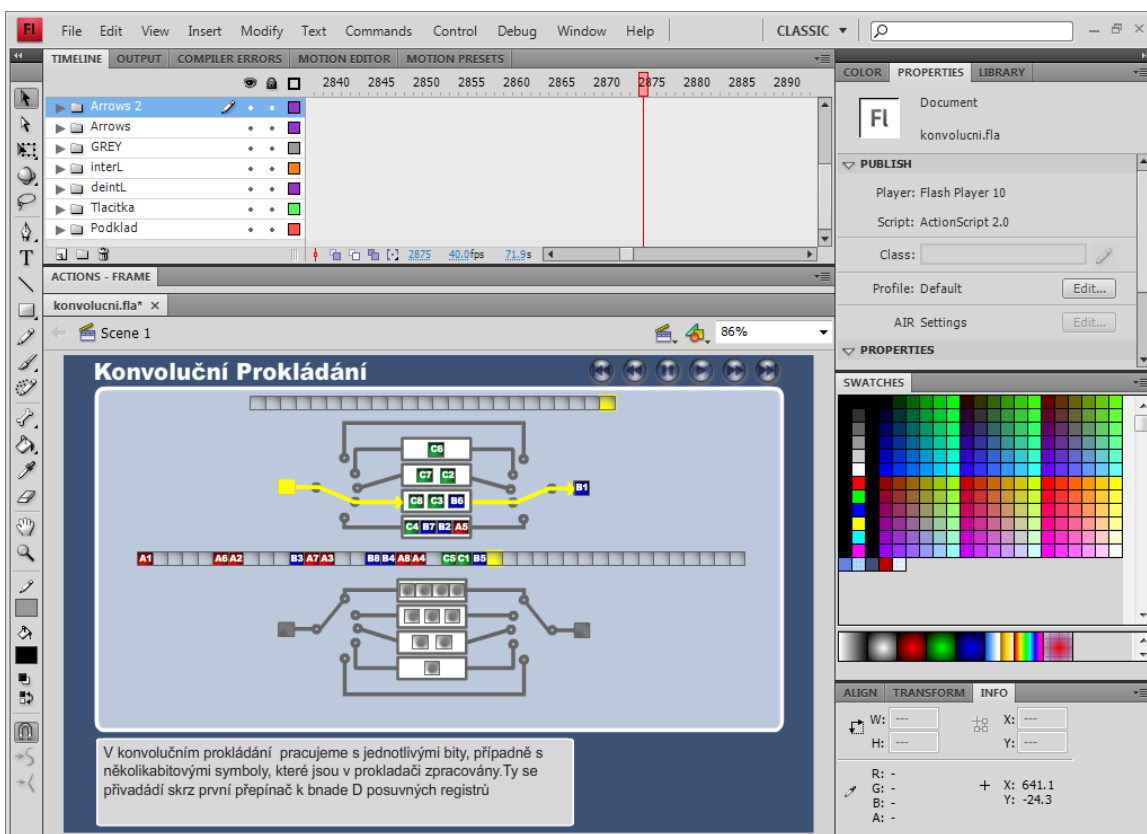
5.10 Doplněk pro přehrávání

Doplněk pro Flash Player je jedním z nejmenších doplňků pro přehrávání videa na světě, a to přesto, že obsahuje tři hlavní video kodeky pro vykreslování videa: Sorenson Spark kodek nebo

On2 VP6-E, On2 VP6-S a AVC/H.264 kodek. Každá generace kodeku vylepšuje kompresi a kvalitu obrazu.

5.11 Porovnání vývojového prostředí

Většina funkcí v interface vypadá podobně jako v jiných grafických aplikacích a je plně uživatelsky přizpůsobitelná. Panely jsou v současné době plně rozměrově přizpůsobitelné a magneticky přichytitelné. Implementováno je automatické inteligentní schovávání funkcí. Lépe je uzpůsobeno grafické rozhraní na úsporu místa na monitoru a lepší a logičtější strukturovanost, která zlepšuje efektivitu práce. Nejnovější verze nabízí několik schémat pro vlastní práci. Ty jsou odlišné v přístupu s jakým chceme s programem pracovat. Jednotlivá nastavení jsou buď zaměřená čistě na programátory ActionScriptu, případně pouze na grafiky, začínající uživatele nebo majitelé starších verzí vývojového prostředí.



Obr. 11 Grafické rozhraní Adobe Flash CS4

5.12 Online nápověda

Vlastní nápověda je realizována skrz menu rychlého přístupu, které vede na výchozí vstupní body nepřehledného množství online zdrojů. Flash Exchange je online zdroj vytvořený pro podporu používání a vývoje Flashových rozšíření. Je to místo, kde se hromadí nové nástroje, komponenty a efekty, které mohou být velice snadno začleněny do nástrojové sady Flashe. Adobe používá Flash podpůrné centrum jako hlavní prvek pro distribuci aktuálních informací o Flashi a příbuzných tématech. Zde lze najít mnoho odkazů na zdroje ke stažení, dokumentaci, fóra a mnoho jiných neocenitelných zdrojů a vylepšení [1].

5.13 Práce s textem

Flash je splněným snem pro všechny, co si rádi vyhrají s vlastnostmi, strukturou a vzhledem písma. Dokonce, i když nehodláte nic animovat, můžete použít Flash k tomu, abyste jednoduše viděli vaše písma v zobrazení tak, jak je chcete použít kdekoli na webu. Samozřejmě existuje několik jednoznačných výjimek, ale flash má možnosti, které nemůže nabídnout téměř žádný grafický program. Jelikož je Flash křivkový (vektorový) program, tak umožňuje začlenit většinu písem do filmů bez jakýchkoli grafických ruchů. To znamená, že pro obvyklý textový obsah není nutné, aby byly písma překresleny do rastrových prvků. Jistou specialitou je to, že je umožněno vývojářům zahrnout alternativní znakovou sadu, když publikují Flashové klipy pro poslední verzi Flash Playeru. Flash zahrne všechny publikované informace pro písmo tak, aby bylo zobrazeno správně ve všech nainstalovaných prohlížečích.

- **Typy Textu**

Zahrnutá jsou šikovní nastavení pro statický text, která umožňují ovlivňovat vertikální a zprava doleva čtený text. Flash umožňuje vkládat text do projektu mnoha způsoby. Velmi často bude projekt obsahovat několik rozdílných typů textu, každý pro jiný typ obsahu. V zásadě jde o tři typy textů a to statický, dynamický a vstupní text. Statický text je využíván pro zobrazení textového obsahu vytvořeného autorem a nebude se měnit v průběhu animace. Oproti tomu dynamický se používá k zachycení textového obsahu, který je generován prostředím z určeného datového zdroje nebo textu který se mění dynamicky [1]. Posledním typem je vstupní text. Ten vkládá uživatel sám do vstupních polí v průběhu programu. Může sloužit k vytváření formulářů, přijímání hesel apod.

- **Vyhlazování textu**

Vyhlazování textu s antialiasingem ve všech vložených písmech je to, co se obvykle zalíbí všem druhům návrhářů, ovšem za to musí být zaplacená náležitá cena. A sice každý vložený font se přičte ke konečné velikosti souboru a antialiasing může ke všemu způsobit, že text bude vypadat rozmazaně. Pokud by bylo nutné razantně omezit velikost výsledného souboru animace, je možné využít jakýkoliv font na daném zařízení, případně vzít ho z běhového prostředí sdílené knihovny.

5.14 Animování s pomocí Tweenů

Animování je základní proces vytváření iluze pohybu či změny v probíhajícím čase. Animace může být pohyb předmětu z jednoho místa na jiné, nebo to může být změna barvy za jednotku času. Změnou může být také transformace z jednoho tvaru na jiný. Ostatně jakákoliv změna pozice nebo vlastnosti tvaru v klipu se nazývá animace. Jsou podporovány tři základní metody animace, a to snímek po snímku, animace s použitím tweenu založená na klíčovém snímku a objektově pohybová animace založená na tweenu. Animace snímek po snímku se dosáhne ruční změnou obsahu v každém ze snímků animace. Je to velice pracný způsob tvorby klipů, ale někde jediný možný. Negativními rysy této techniky je časová náročnost pro tvorbu a narůstající velikost výsledného souboru animace. Co se týče animace, jenž používá tweeny s potřebou klíčového snímku, tak té se dosáhne definováním obsahu počátečního a koncového snímku animace. Tyto snímky jsou označovány jako klíčové. Flash pomocí svých algoritmů dopočítá obsah mezilehlých snímků. Toto lze částečně ovlivnit podrobným nastavením vodících čar, podle kterých se má animace transformovat. Poslední metodou animace je objektově pohybový tween. Je to další vývojové stádium animace snímek po snímku. Animace se vytváří pouhou aplikací tweenu na cílový objekt a pouhým jednoduchým pohybem či změnou tvaru vytváříme klip [1]. Výhodou animace s tweeny je menší cílová velikost a časová nenáročnost. Bohužel u komplexních rastrových objektů nelze tuto techniku použít.

5.15 Funkce cibulové slupky

Flash umožňuje použít pro lepší orientaci v animaci specifickou funkci, která známa pod názvem cibulová slupka (Onion Layers). Tradiční animátoři pracují s vrstvami průhledného papíru, kde mohou vidět, jak se animace mění snímek po snímku. Toto napomáhá lepší

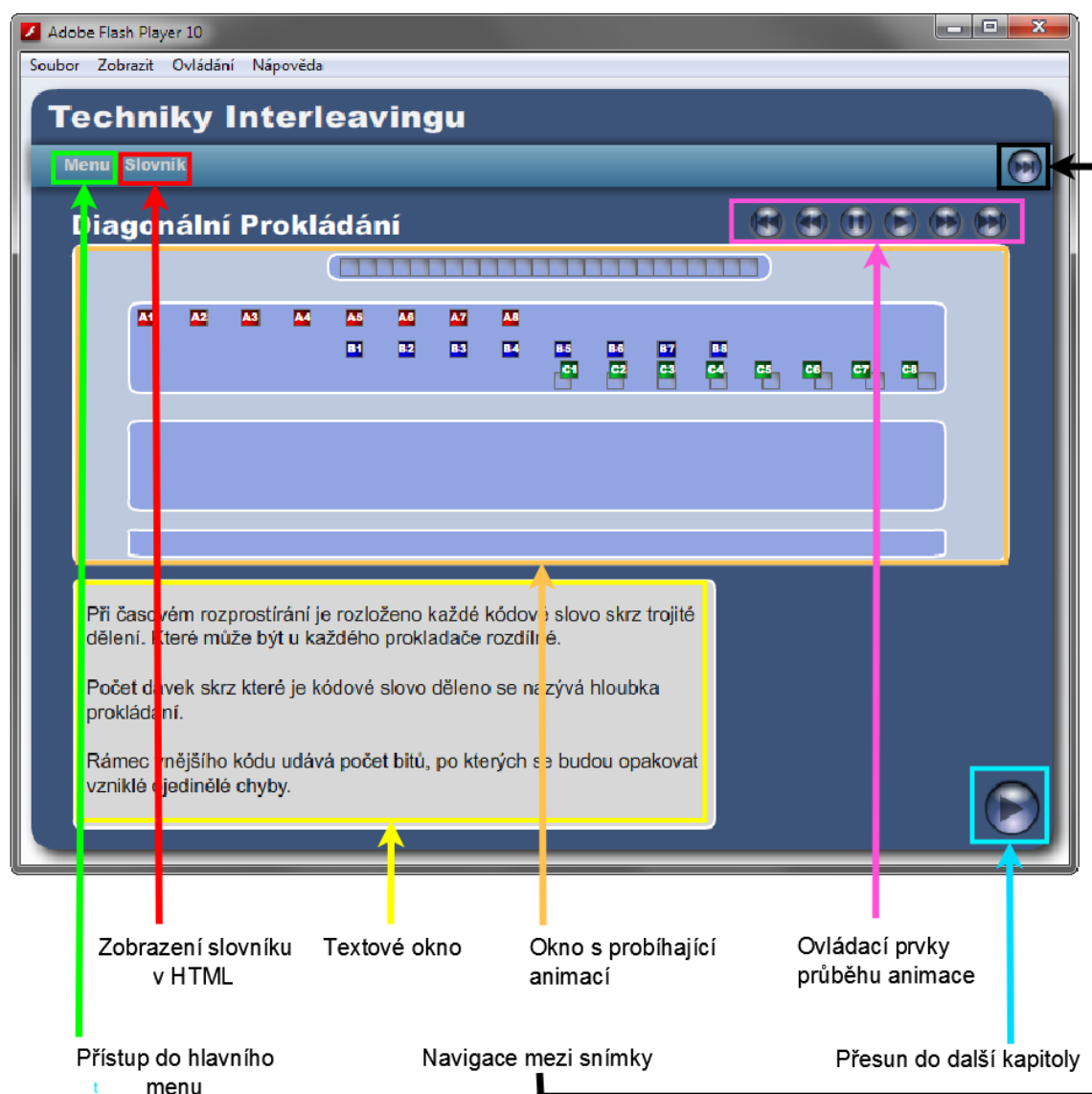
konzistenci animace a jemnějším přechodům mezi snímky. Při práci v programu ale tuto možnost obvykle nemáme, jelikož lze vidět jen průběh na jednom snímku. A právě tuto schopnost doplnily tzv. cibulové slupky. Vše, co je třeba k jejich použití, je nastavit potřebný rozsah zobrazených snímků skrz funkci cibulové slupky. Tato funkce může zobrazovat nejen celé prvky animace, ale dokonce i nejdůležitější obrysové linky, které zásadně zlepšují orientaci při tvorbě.

5.16 Doplnkové komponenty

Nejvýraznější změnou v minulých verzích Flashe bylo přidání nové sbírky komponent. Ty jsou postupně modifikovány při zachování funkčnosti a vylepšení rychlosti běhu a odstranění chyb. Komponenty nabízejí jednoduchý způsob k opakovanému využití komplikovaných prvků, bez toho, aby bylo nutné napsat každou komponentu osobně. Flash v současné verzi (CS4) obsahuje 39 komponent uživatelského rozhraní, 6 datových a několik komponent usnadňujících práci s video záznamem [1]. Komponenty jsou vlastně komplexní filmové klipy s parametry, které jsou definovány v průběhu tvůrčího procesu. V podstatě se jedná o kontejnery, které nesou mnoho prostředků, jež navzájem spolupracují s uživatelsky vytvořeným obsahem, aby se vylepšila interaktivita, produktivita, případně efekty do klipů. Samozřejmě je možné použít komponenty vývojářů třetí strany. Existuje mnoho důvodů proč využívat komponenty. Mezi ně určitě patří snadná možnost rychlé tvorby konceptů rozsáhlých aplikací, sdílení práce s jinými vývojáři nebo komunitou. Co ovšem hovoří jasně proti využívání komponent, je velikost výsledných klipů a neoptimalizované využití systémových zdrojů pro daný projekt. Typickým zástupcem komponenty je např. RadioButton, List, nebo ComboBox.

6. Popis prostředí multimediálního výukového programu

V rámci praktické části mé bakalářské práce byl vytvořen grafický multimediální program s animacemi vysvětlující princip interleavingu v mobilních sítích při použití technologie Adobe Flash CS4. Konečný vzhled a popis ovládacích prvků je zobrazen na obrázku č. 12.



Obr. 12: Rozhraní multimediálního výukového programu

• Ovládací prvky

Přístup do menu: zobrazí se menu s výběrem kapitol

Slovník: ve webovém prohlížeči najede HTML stránka se slovníkem pojmů

Animační okno: oblast ve které probíhá názorná animace

- Textové okno:** oblast pro doprovodný textový výklad k animaci
- Ovládací prvky :** prvky pro řízení běhu animace, popis tlačítek zleva do prava:
Návrat na počátek animace, krok zpět, zastavení, pokračování v animaci, krok vpřed, posun na konec animace.
- Přesun do další kapitoly:** posun do další výkladové části
- Navigace mezi snímky:** posun mezi jednotlivými kapitolami zpět a vpřed

7. Využití programu a nasazení

Vytvořený grafický výukový program není osamocenou částí sloužící jednorázově ke zpestření výuky, ale zapadá přesně do koncepce již vytvořených materiálů na Katedře telekomunikační techniky. Tyto materiály mají být nasazeny jako plnohodnotný zdroj informací, který bude sloužit pro zlepšení výuky zabývající se problematikou mobilních sítí. Tomu je i přizpůsobeno celkové ovládání a jednotně vyhlížející grafické rozhraní, které koresponduje s podobnými materiály, které se blíže zabývají systémy GSM (Global System For Radio Communications). Názorné animace k probírané látce umožní studentům rychleji a názornějším způsobem vstřebat studijní látku. Program pro simulaci blokového interleavingu umožní studentům vyzkoušet si praxi získané znalosti a ověřit jejich korektnost.

8. Závěr

Práce popisuje problematiku zpracování signálu v bezdrátových sítích a zaměřuje se podrobně na fázi interleavingu, která probíhá v rámci kanálového kódování. Důsledně jsem popsal nejpoužívanější a zároveň nejpodstatnější techniky interleavingu. Zabývám se i nejvýraznějšími odlišnostmi, kterými je specifický systém GSM.

Vycházel jsem ve větší míře z anglicky psané literatury, kde bylo možné najít větší množství relevantních a podrobných informací, protože mnoho česky psaných zdrojů se zabývalo interleavingem pouze okrajově, případně byly zmíněny formy interleavingu, které nejsou použitelné v bezdrátových sítích. Pro dosažení co nejlepší názornosti byly tyto techniky převedeny do formy názorných animací s možností interaktivního ovládání. Mým cílem bylo navrhnout je co nejsrozumitelnějším a pro výuku nejvhodnějším způsobem, tak aby byly použitelné pro následné nasazení do výuky.

V rámci návrhu a vytváření praktické části jsem se naučil používat technologie Flash, jejíž celý koncept jsem začlenil do teoretické části bakalářské práce. Vzhledem k tomu, že vytvořené multimediální animace a program jsou svou formou určeny k e-learningovému nasazení, bylo nutné podrobně se zabývat i problematikou e-learningu a dostupných LMS systémů, abych vystihl co nejlépe formu vytvářeného elektronického zdroje.

Technologie interleavingu je v současnosti nasazována v kombinaci s dalšími technikami šifrování nebo kódování, jelikož samotný interleaving nezaručí nízkou chybovost a odolnost vůči periodickým dávkovým chybám. Své uplatnění nalézá především v oblasti zabezpečení výpočetních datových úložišť, při streamování zvukových a video nahrávek, v oblasti přenosu a korekce dat.

Při zaobírání se problematikou interleavingu jsem narazil na několik oblastí, které by rámcově přesáhly rozsah i určení této práce a zasloužily by si oddělené rozšíření. Jedná se především o zpracování digitální modulace a o procesy probíhající v rámci kanálového kódování jako jsou Turbokódy, Konvoluční a Blokové kódy.

Stěžejním cílem práce byla tvorba výukových animací a programu na simulaci blokového interleavingu. Všechny potřebné zdrojové soubory, spolu s animacemi a aplikací jsou uloženy na přiloženém CD.

Reference

- [1] Robert Reinhard a Snow Dowd, Adobe Flash CS4 Professional Bible, 1. vydání, Wiley Publishing, Indianapolis, 2009. ISBN: 978-0-470-37918-9
- [2] Derek Franklin, Macromedia Flash MX Kompletní průvodce, 1. Vydání, Computer Press, Brno, 2003. ISBN: 80-7226-831-7
- [3] Joey Lott, Flash 8 Cookbook, 1. Vydání, O'Reilly Media, Sebastopol, 2006. ISBN: 0-596-10240-2
- [4] Jörg Eberspächer, Hans-Jörg Vögel a Christian Bettstetter, GSM Switching, Services and Protocols, 2. vydání, Wiley Publishing, Chichester, 2001. ISBN: 0-470-84174-5
- [5] Raymoind Steele, Mobile Radio Communications, 1. Vydáním, Pentech PRESS, London, 1995. ISBN: 0-7273-1406-8
- [6] Stanislav Hanus, Bezdrátové a Mobilní Komunikace, 1. Vydání, RadioMobil a.s., Brno, 2003. ISBN: 80-214-1833-8
- [7] Václav Žalud, Moderní Radioelektronika, 1. Vydání, BEN – technická literatura, Praha, 2000. ISBN: 80-86056-47-3
- [8] Radek Líbal, Využití didaktických prostředků při výuce, 2008, Dostupné z WWW: <<https://www.stag.utb.cz/apps/stag/dipfile/index.php?download=8258>>
- [9] Michal Novák, E-learning – nástroje pro tvorbu a řízení výuky, 2007, Dostupné z WWW: <http://www.volny.cz/xmichalx/bp/xnovm133_BP.htm>
- [10] Jana Šarmanová, Libor Holub, Praktické zkušenosti s tvorbou distančních studijních opor v LMS Barborka, Dostupné z WWW: <http://www.csvs.cz/konference/NCDiV2004_sbornik/SarmanovaHolub-278-282.pdf>
- [11] MoodleDocs, Dostupné z WWW: <<http://docs.moodle.org/cs/>>

Seznam příloh

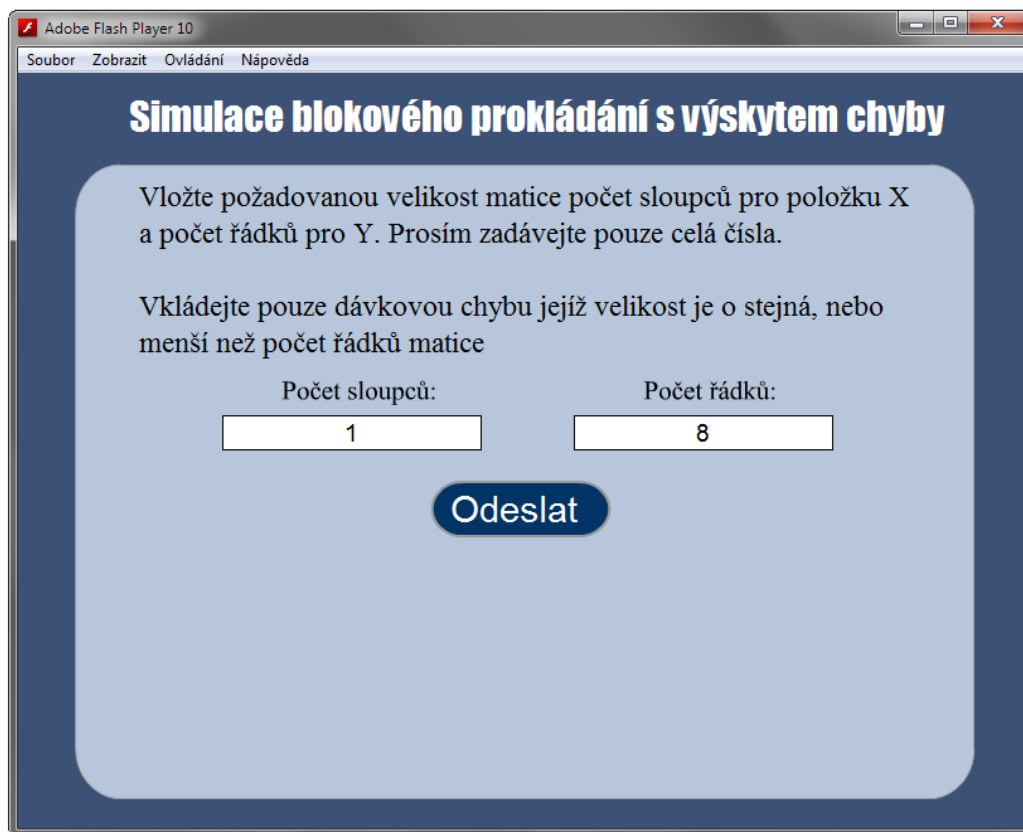
Příloha č. 1: Výukový program úvodní obrazovka.....	I.
Příloha č. 2: Výukový program možnosti volby bitů.....	II.
Příloha č. 3: Výukový program vypočtený výsledek.....	III.

Obsah CD

- Elektronická verze bakalářské práce v PDF
- Flash animace, spustitelné a zdrojové soubory (FLA, SWF, HTM)
- Program simulace blokového prokládání (EXE)

Přílohy

- Grafické rozhraní programu pro emulaci výsledků blokového interleavingu.



Adobe Flash Player 10

Soubor Zobrazit Ovládání Nápověda

Simulace blokového prokládání s výskytem chyby

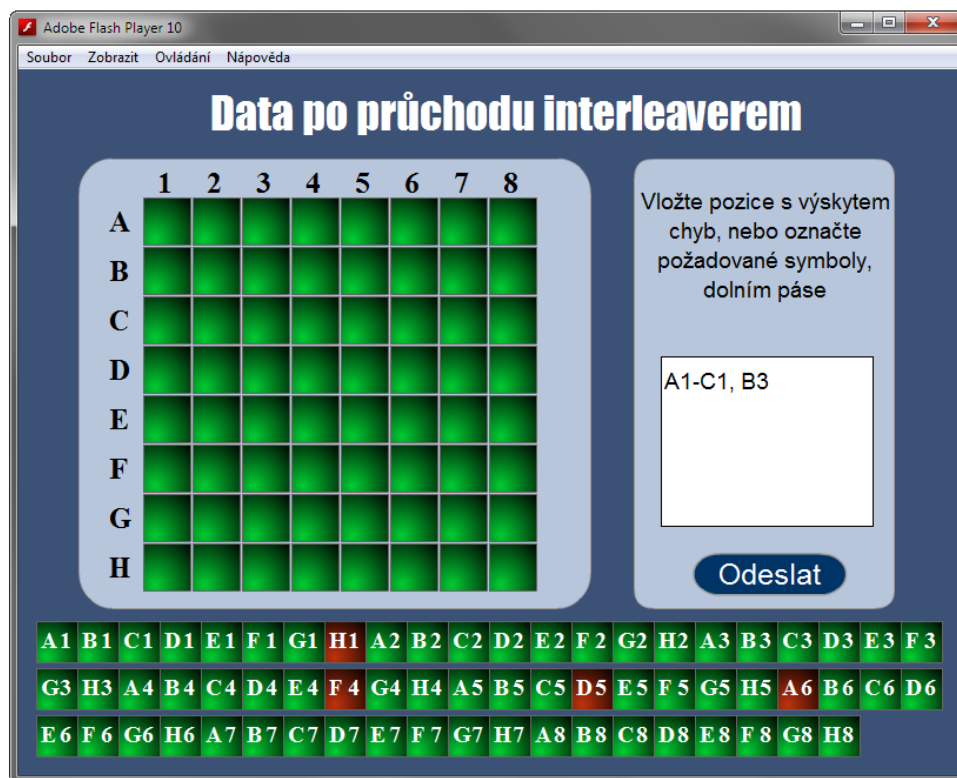
Vložte požadovanou velikost matice počet sloupců pro položku X a počet řádků pro Y. Prosím zadávejte pouze celá čísla.

Vkládejte pouze dávkovou chybu jejíž velikost je o stejná, nebo menší než počet řádků matice

Počet sloupců: Počet řádků:

Odeslat

Příloha č. 1: Výukový program úvodní obrazovka



Příloha č. 2: Výukový program možnosti volby bitů se shlukovou chybou



Příloha č. 3: Výukový program vypočtený výsledek